

KEUPAYAAN GALAS TANAH LIAT LEMBUT BERTETULANG  
MENGUNAKAN GABUNGAN BULUH - GEOTEKSTIL

ABD. RAHIM BIN AWANG

Tesis ini dikemukakan  
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat  
penganugerahan Ijazah Sarjana Kejuruteraan (Awam-Geoteknik )

Fakulti Kejuruteraan Awam  
Universiti Teknologi Malaysia

MAC, 2005

*Teristimewa untuk :*

*Ayahbonda serta keluarga tersayang.*

*Isteri tercinta (Noraishah),*

*Puteri Sulung (Ainatul Mahirah)*

*DAN*

*Tiga Amirul..*

*Ahmad Amirul Asyraf*

*Ahmad Amirul Aiman*

*Ahmad Amirul Afif*

*“Sesungguhnya jasa dan pengorbanan yang dicurahkan akan abah kenang hingga ke  
akhir hayat.”*

*Kalian adalah segalanya*

## **PENGHARGAAN**

*Assalamualaikum w.b.t.*

Pertama sekali, penulis ingin melahirkan rasa syukur kepada Allah s.w.t. kerana dengan limpah kurnia serta rahmat darinya, maka dapatlah penulis menyiapkan Projek Sarjana Kejuruteraan (Awam-Geoteknik) ini dengan sempurna.

Penulis juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia Projek Sarjana, Profesor Madya Dr. Aminaton Marto di atas bimbingan dan dorongan yang telah diberikan disepanjang penyiapan tesis ini. Beliau telah banyak meluangkan masa dan tenaga dalam memberi nasihat dan tunjuk ajar mengenai bidang yang penulis ceburi ini. Segala ilmu yang diberikan amat berharga buat diri penulis untuk menghadapi cabaran di masa-masa akan datang.

Setinggi-tinggi ingatan tak terhingga dan terimakasih buat isteri, putera-puteri, ayahanda, kaum keluarga dan rakan-rakan di atas segala nasihat dan sokongan padu yang diberikan.

Tidak ketinggalan juga penghargaan ini ditujukan kepada En. Anwar Khatib (pelajar Phd), En. Abd. Samad Salleh, En. Zulkifly Wahid serta kakitangan Makmal Geoteknik yang banyak memberikan sumbangan dan cadangan semasa menjalankan projek ini. Penghargaan ini juga ditujukan kepada semua pihak yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menjayakan projek sarjana ini.

Sekian, terima kasih.

## ABSTRAK

Tanah liat lembut banyak terdapat di kawasan sepanjang pantai Malaysia, kawasan tengah Thailand dan Bahagian Barat Pulau Sumatra negara Indonesia. Tanah liat lembut merupakan antara beberapa cabaran dalam Kejuruteraan Geoteknikal terutama di dalam permasalahan kestabilan dan enapan. Pemilihan kaedah yang sesuai untuk memperbaiki sifat tanah liat lembut ini adalah amat diperlukan bagi mengurangkan permasalahan yang timbul terhadap kestabilan dan enapan. Umumnya, memperbaiki kestabilan tanah liat lembut ini selalunya melibatkan kaedah yang mahal di dalam mengurangkan permasalahan terutamanya dalam enapan. Oleh yang demikian, kajian ke atas tanah liat lembut yang diperkuatkan dengan tetulang Buluh dan Geotekstil serta dilapisi lapisan pasir di atasnya dibuat dalam menentukan peningkatan keupayaan galas tanah liat lembut tersebut. Buluh yang digunakan disusun berbentuk empat segi dan secara selari dengan perbezaan jarak ( $s$ ), serta nisbah tinggi pasir ( $u$ ) kepada lebar asas ( $b$ ).  $u/b$  adalah 0.5, 1.0, 1.5 dan 2.0, manakala nisbah  $s/b$  adalah 3.0, 2.0, 1.0 dan 0.5. Lapisan Geotekstil dihampar di atas buluh tersebut. Tanah liat lembut dikukuhkan terlebih dahulu selama lebih kurang tiga hari untuk mendapatkan nilai keupayaan galas yang sebenar. Beban tegak yang di kawal oleh motor elektrik dikenakan secara perlahan ke atas asas jalur yang mempunyai lebar ( $b$ ) 5 cm, yang diletakkan di atas permukaan model dan enapan diukur melalui Transducer (LVDT) yang disambung kepada Data Logger. Keputusan menunjukkan peningkatan dalam beban muktamad dan penurunan dalam enapan kegagalan untuk model bertetulang. Beban muktamad meningkat melebihi 127 % dicatat pada kedua-dua bentuk buluh pada  $s/b = 0.50$  dan  $u/b = 0.25$ . Keputusan daripada plotan graf menunjukkan buluh yang diletakkan dalam bentuk segiempat adalah lebih baik berbanding dengan bentuk selari. Oleh yang demikian, penggunaan buluh dan geotekstil sebagai tetulang dapat memberi satu alternatif dalam memperbaiki keupayaan tanah lembut terutama dalam kejuruteraan jalanraya.

## ABSTRACT

Soft Clays are found throughout the coastal plains of Malaysia, central plain of Thailand and eastern side of the island of Sumatra, Indonesia. Soft Clay present several challenges for the geotechnical engineers whereby these problems being transformed to stability and settlement within the soft soil. The choice of the ground improvement method for a given structure to suit the soils of such nature needs to ensure that the above mentioned aspects are taken into consideration. General stabilization of these soils usually involves expensive soil improvement method in order to enhance stability suitably reducing the potential and prevailing uneven settlement. Due to that, studies on soft clay reinforced with bamboo-geotextile composite overlaid by granular layer had been carried out to determine the increase in the bearing capacity the soil. The bamboo used were of square and parallel pattern of different length ( $s$ ), with various ratio of height of granular soil ( $u$ ) to width of footing ( $b$ ),  $u/b = 0.25, 0.50$  and  $0.75$  while  $s/b = 3.0, 2.0, 1.0$  and  $0.5$ . The geotextile was laid on top of the bamboo. The soft clay was consolidated over a three days period. Vertical load, controlled by electric motor, was applied slowly to the strip loading plate of 5cm width ( $b$ ) on top of the soil model assembly, and settlements of the plate were measured using transducers attached to a data logger. The results show that there is a great increase in ultimate load and decrease of settlement at failure for the reinforced model. The load increment of more than 127 % was recorded for square and parallel pattern, having the  $s/b = 0.50$  at  $u/b = 0.25$ . From the results of the plotted graph, it shows that the bamboo arranged in square pattern gives better results than the parallel pattern. As a conclusion, the bamboo-geotextile composite could be used as another alternative method in improving the strength of soft clay, especially in highway engineering.

## **KANDUNGAN**

|               |                            |            |
|---------------|----------------------------|------------|
|               | <b>JUD14-19UL</b>          | <b>i</b>   |
|               | <b>PENGAKUAN</b>           | <b>ii</b>  |
|               | <b>DEDIKASI</b>            | <b>iii</b> |
|               | <b>PENGHARGAAN</b>         | <b>iv</b>  |
|               | <b>ABSTRAK</b>             | <b>v</b>   |
|               | <b>ABSTRACT</b>            | <b>vi</b>  |
|               | <b>KANDUNGAN</b>           | <b>vii</b> |
|               | <b>SENARAI SIMBOL</b>      | <b>xi</b>  |
|               | <b>SENARAI JADUAL</b>      | <b>xii</b> |
|               | <b>SENARAI RAJAH</b>       | <b>xiv</b> |
|               | <b>SENARAI LAMPIRAN</b>    | <b>xvi</b> |
| <br>          |                            |            |
| <b>BAB I</b>  | <b>Pengenalan</b>          | <b>1</b>   |
|               | 1.1 Latar Belakang Masalah | 1          |
|               | 1.2 Objektif Kajian        | 2          |
|               | 1.3 Skop Kajian            | 2          |
|               | 1.4 Kepentingan Kajian     | 3          |
| <br>          |                            |            |
| <b>BAB II</b> | <b>Kajian Literatur</b>    | <b>4</b>   |
|               | 2.1 Pengelasan Tanah       | 4          |

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| 2.2            | Tanah Liat  | 5         |
| 2.3            | Kejelekitan Tanah Liat  | 7         |
| 2.4            | Tanah Liat Lembut   | 9         |
|                | 2.4.1 Ciri-ciri Indeks Tanah Liat Lembut                                    | 10        |
|                | 2.4.1.1 Kandungan Lembapan Semulajadi                                       | 12        |
|                | 2.4.1.2 Berat Unit Dan Gravitasi Tentu                                      | 12        |
|                | 2.4.1.3 Had Atteberg  | 13        |
| 2.5            | Buluh   | 14        |
|                | 2.5.1 Pengenalan Kepada Buluh   | 14        |
|                | 2.5.2 Sifat-Sifat Buluh   | 15        |
| 2.6            | Geotekstil  | 17        |
|                | 2.6.1 Pengenalan Geotekstil   | 17        |
|                | 2.6.2 Sejarah Geotekstil  | 17        |
|                | 2.6.3 Jenis-Jenis Geotekstil  | 18        |
|                | 2.6.4 Geotekstil di Tenun (Woven Geotekstil)                                | 18        |
|                | 2.6.5 Geotekstil Tidak Bertenun (Non-Woven)                                 | 19        |
|                | 2.6.6 Fungsi Geotekstil   | 19        |
| 2.7            | Asas  | 21        |
|                | 2.7.1 Asas Cetek  | 21        |
|                | 2.7.2 Keupayaan Galas Muktamad  | 23        |
|                | 2.7.3 Keupayaan Galas Untuk Tanah Liat                                      | 24        |
|                | 2.7.4 Keupayaan Galas Tanah Pasir   | 25        |
|                | 2.7.5 Keupayaan Galas Untuk Binaan Asas Pasir Melapisi<br>Tanah Liat Lembut | 26        |
|                | 2.7.6 Teori Terzaghi & Peck (1948)  | 27        |
|                | 2.7.7 Teori Jacobsen et.al (1977)   | 29        |
|                | 2.7.8 Teori Hanna & Meyerhof (1980)   | 29        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODOLOGI</b>   | <b>32</b> |
| 3.1            | Pengenalan  | 32        |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.2     | Pengambilan dan Penyediaan Sampel            | 33 |
| 3.2.1   | Pasir  | 34 |
| 3.3     | Ujikaji Makmal                               | 34 |
| 3.3.1   | Taburan Saiz Zarah                           | 37 |
| 3.3.1.1 | Analisis Ayakan                              | 37 |
| 3.3.1.2 | Ujian Hidrometer                             | 38 |
| 3.3.2   | Ujian Had Atterberg                          | 49 |
| 3.3.2.1 | Had Cecair                                   | 39 |
| 3.3.2.2 | Had Plastik                                  | 40 |
| 3.3.2.3 | Had Kecut                                    | 41 |
| 3.3.3   | Ujian Graviti Tentu                          | 42 |
| 3.3.4   | Ujian Ricih Bilah                            | 43 |
| 3.3.5   | Ujian Pembebanan                             | 44 |
| 3.4     | Ujian Terhadap Tetulang Buluh dan Geotekstil | 46 |
| 3.5     | Peralatan Model Kajian                       | 47 |
| 3.5.1   | Kotak Ujikaji                                | 47 |
| 3.5.2   | Plat Beban                                   | 48 |
| 3.5.3   | Sel Beban                                    | 49 |
| 3.5.4   | LVDT   | 50 |
| 3.5.5   | Data Logger                                  | 51 |
| 3.5.6   | Kawalan Motor Hidraulik                      | 51 |
| 3.6     | Penyediaan Lapisan Tanah Liat Lembut         | 52 |
| 3.7     | Perletakan Buluh dan Geotekstil              | 54 |
| 3.8     | Penyediaan Lapisan Pasir dan Pemadatan       | 56 |
| 3.9     | Ujian Beban                                  | 56 |

|               |                                   |           |
|---------------|-----------------------------------|-----------|
| <b>BAB IV</b> | <b>ANALISIS KEPUTUSAN UJIKAJI</b> |           |
|               | <b>TANAH DAN TETULANG</b>         | <b>58</b> |

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 4.1 | Pengenalan | 58 |
| 4.2 | Tanah      | 58 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.1 | Pasir                                  | 58 |
| 4.2.2 | Kaolin                                 | 60 |
| 4.3   | Ketumpatan Kering Minimum dan Maksimum | 61 |
| 4.4   | Kekuatan Ricih                         | 63 |
| 4.4.1 | Ujian Ricih Terus Pada Tanah Pasir     | 63 |
| 4.4.2 | Ujian Ricih Bilah –Tanah Liat Lembut   | 64 |
| 4.5   | Had Atterberg                          | 65 |
| 4.5.1 | Had Cecair                             | 65 |
| 4.5.2 | Had Plastik                            | 67 |
| 4.5.3 | Pengelasan Tanah                       | 68 |
| 4.6   | Graviti Tentu Zarah Tanah              | 68 |
| 4.7   | Ujian Pembebanan                       | 70 |
| 4.8   | Tetulang                               |    |
| 4.8.1 | Buluh                                  | 70 |
| 4.8.2 | Geotekstil                             | 70 |
| 4.9   | Ringkasan Keputusan Ujikaji            | 72 |

## **BAB V ANALISIS DAN PERBINCANGAN KEPUTUSAN UJIKAJI KE ATAS MODEL MAKMAL**

### **73**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 5.1     | Pengenalan  | 73 |
| 5.2     | Analisa Keputusan Ujian Model (Tanpa Tetulang)  | 75 |
| 5.3     | Analisis Keputusan Ujian Model Menggunakan Gabungan<br>Tetulang Buluh dan Geotekstil. | 75 |
| 5.3.1   | Buluh Pada Kedudukan Bentuk Selari  | 74 |
| 5.3.1.1 | Nisbah $u/b$ adalah 0.25  | 76 |
| 5.3.1.2 | Gabungan Tetulang Buluh dan Geotekstil, $u/b = 0.5$                                   | 77 |
| 5.3.1.3 | Gabungan Tetulang Buluh dan<br>Geotekstil( $u/b = 0.25$ )                             | 80 |
| 5.3.2.2 | Gabungan tetulang buluh dan Geotekstil, $u/b = 0.5$                                   | 81 |

|               |  |           |
|---------------|--|-----------|
| 5.3.2.3       | Gabungan Tetulang Buluh dan Geotekstil, $u/b = 0.75$                                     | 82        |
| 5.4           | Pengaruh Nisbah $u/b$ Terhadap Beban Galas Muktamad<br>Kepada nisbah $u/b$ yang berbeza. | 84        |
| 5.5           | Pengaruh Bentuk Perletakan Buluh Terhadap ( $u/b$ )                                      | 88        |
| 5.6           | Pengaruh Nisbah $s/b$ Terhadap Beban Galas Muktamad                                      | 90        |
| <b>BAB VI</b> | <b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>   | <b>93</b> |
| 6.1           | Kesimpulan   | 93        |
| 6.2           | Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Ujikaji  | 94        |
| 6.3           | Cadangan Untuk Menyelesaikan Masalah   | 95        |
| 6.4           | Cadangan Bagi Kajian Selanjutnya   | 96        |
|               | <b>RUJUKAN</b>   | 98        |
|               | <b>LAMPIRAN</b>  | 106       |

## SENARAI SIMBOL

|            |   |                           |
|------------|---|---------------------------|
| $c_u$      | - | Kekuatan Ricih            |
| $c$        | - | Kejelekitan               |
| $c_a$      | - | Pekali formula Meyerhof   |
| $\phi$     | - | Sudut geseran dalam       |
| $D_f$      | - | Kedalaman yang ditimbus   |
| $B$        | - | Lebar asas                |
| $H$        | - | Ketinggian tanah terkukuh |
| $L$        | - | Panjang asas              |
| $\beta$    | - | Pekali formula Jocabson   |
| $\alpha$   | - | Sudut rekahan             |
| $\gamma$   | - | Berat unit                |
| $Q_u$      | - | Keupayaan galas muktamad  |
| $N_c$      | - | Faktor keupayaan galas    |
| $N_q$      | - | Faktor keupayaan galas    |
| $N_\gamma$ | - | Faktor keupayaan galas    |
| $LL$       | - | Had cecair                |
| $PL$       | - | Had plastik               |
| $PI$       | - | Indeks plastik            |
| $w$        | - | Kandungan lembapan        |
| $w_p$      | - | Had plastik               |
| $w_L$      | - | Had cecair                |
| $F$        | - | Beban                     |
| $A$        | - | Luas permukaan Asas       |

## SENARAI JADUAL

| NO. JADUAL | TAJUK  | MUKA SURAT |
|------------|--|------------|
| 2.1        | Hubungan di antara Nilai N daripada<br>Ujian Penusukan (SPT) dalam Tanah<br>Jelekit dan Tekanan Galas dibenarkan | 9          |
| 2.2        | Pengelasan Tanah Liat Lembut   | 10         |
| 2.3        | Klasifikasi Tanah Liat Lembut (Brand & Branner, 1981)  | 11         |
| 2.4        | Ciri-ciri pengelasan Tanah Liat Lembut<br>di Semenanjung Malaysia <sup>24</sup>                                  | 13         |
| 2.5        | Sifat-sifat Gentian Buluh (Sekhar & Bhartari, 1960)  | 15         |
| 2.6        | Perbandingan antara Gentian Buluh dengan<br>lain-lain Gentian semulajadi   | 16         |
| 2.7        | Kajian Terhadap Sifat-sifat Buluh  | 16         |
| 2.8        | Kajian terhadap ciri-ciri Kejuruteraan Geotekstil  | 20         |
| 2.9        | Nilai-nilai galas anggaran (BS 8004 : 1986)  | 22         |
| 2.10       | Faktor-faktor Keupayaan Galas (Meyerhof, 1980)   | 31         |
| 3.0        | Senarai Ujikaji Makmal terhadap sifat<br>Kejuruteraan Tanah  | 35         |
| 3.1        | Sifat Kejuruteraan Buluh dan Geotekstil  | 43         |
| 3.2        | Siri Perletakan Buluh  | 47         |
| 4.1        | Keputusan ujian ayakan tanah Pasir   | 59         |
| 4.2        | Analisis taburan saiz zarah pasir  | 60         |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 4.3  | Ketumpatan kering minimum tanah Pasir   | 62 |
| 4.4  | Ketumpatan kering maksimum tanah Pasir  | 63 |
| 4.5  | Hasil ujikaji Ricih Bilah Kaolinit  | 65 |
| 4.6  | Hasil ujikaji Had Cecair Kaolinit   | 66 |
| 4.7  | Keputusan ujian Had Plastik   | 67 |
| 4.8  | Keputusan ujian Graviti Tentu Pasir   | 69 |
| 4.9  | Keputusan ujian Graviti Tentu Kaolin  | 69 |
| 4.10 | Keputusan ujian Parameter Geotekstil  | 71 |
| 4.11 | Ringkasan keputusan ujikaji Kaolin dan Pasir  | 72 |
| 5.1  | Pertambahan Beban Galas Muktamad<br>Model Tanpa Tetulang  | 74 |
| 5.2  | Pertambahan Beban Galas Muktamad pada $u/b = 0.25$<br>(Nisbah $s/b$ berbeza- segiempat)           | 76 |
| 5.3  | Pertambahan Beban Galas Muktamad pada $u/b = 0.5$<br>(Nisbah $s/b$ berbeza- segiempat)            | 78 |
| 5.4  | Pertambahan Beban Galas Muktamad pada $u/b = 0.75$<br>(Nisbah $s/b$ berbeza- Segiempat)           | 79 |
| 5.5  | Pertambahan Beban Galas Muktamad pada $u/b = 0.25$<br>(Nisbah $s/b$ berbeza - Selari)             | 80 |
| 5.6  | Pertambahan Beban Galas Muktamad pada $u/b = 0.5$<br>(Nisbah $s/b$ berbeza - Selari)              | 82 |
| 5.7  | Pertambahan Beban Galas Muktamad pada $u/b = 0.75$<br>(Nisbah $s/b$ berbeza - Selari)             | 83 |
| 5.8  | Peratus pertambahan Beban Galas Muktamad<br>antara bentuk segiempat dan selari pada $s/b$ berbeza | 86 |
| 5.9  | Peratus pertambahan Beban Galas Muktamad<br>antara bentuk segiempat dan selari pada $u/b$ berbeza | 89 |
| 5.10 | Peratus pertambahan Beban Galas Muktamad<br>bagi kedua-dua bentuk                                 | 91 |

## SENARAI RAJAH

| NO. RAJAH | TAJUK   | MUKA SURAT |
|-----------|---|------------|
| 2.1       | Kejelekitan tanah liat pada Tegasan Normal                    | 7          |
| 2.2       | Asas cetek  | 21         |
| 2.3       | Mod-mod kegagalan   | 23         |
| 2.4 (a)   | Analisis Beban teragih  | 27         |
| 2.4 (b)   | Analisis Ricih tebukan  | 27         |
| 2.5       | Faktor keupayaan galas untuk kegagalan<br>ricih am (Terzaghi) | 28         |
| 2.6       | Pekali Ricih tebukan  | 30         |
| 2.7       | Parameter Ricih tebukan                                       | 31         |
| 3.0       | Contoh tanah liat dalam kajian                                | 33         |
| 3.1       | Contoh tanah pasir dalam kajian                               | 34         |
| 3.2       | Carta alir Kajian Metodologi                                  | 36         |
| 3.3       | Alat ayakan (ayakan kering)                                   | 37         |
| 3.4       | Kun Penusukan   | 42         |
| 3.5       | Ujian Graviti Tentu   | 42         |
| 3.6       | Lokasi cerapan ujian ricih bilah                              | 44         |
| 3.7 (a)   | Ujian Beban   | 45         |
| 3.7 (b)   | Motor pembebanan  | 45         |
| 3.8 (a)   | Geotekstil (TS 60)  | 46         |
| 3.8 (b)   | Buluh   | 46         |
| 3.9       | Kotak Model dan Dimensi                                       | 48         |
| 3.10      | Contoh Kotak Model  | 48         |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| 3.11        | Sel Beban dan LVDT  | 50 |
| 3.12        | Pengelog Data Mudah Alih (Data Logger)                                    | 51 |
| 3.13        | Motor pembebanan  | 52 |
| 3.14        | Mesin pengaul   | 52 |
| 3.15        | Tanah dibancuh dengan Mesin pengaul                                       | 53 |
| 3.16 (a)    | Lapisan pertama tanah lembut  | 53 |
| 3.16 (b)    | Proses pengukuhan dijalankan  | 54 |
| 3.18        | Perletakan Tetulang buluh   | 56 |
| 3.19        | Gambarajah skematik model   | 57 |
| 4.1         | Taburan saiz zarah tanah pasir  | 59 |
| 4.2         | Lengkungan agihan saiz zarah kaolin                                       | 61 |
| 4.3         | Kekuatan ricih tanah pasir (Ricih terus)                                  | 64 |
| 4.4         | Ketelusan kun melawan lembapan kaolin                                     | 67 |
| 5.1         | Graf beban melawan enapan<br>(model tanpa tetulang)                       | 74 |
| 5.2         | Graf Peratus pertambahan beban lawan u/b                                  | 75 |
| 5.3         | Geraf Nisbah s/b lawan % Pertambahan beban (u/b=0.25)                     | 82 |
| 5.4         | Geraf Nisbah s/b lawan % Pertambahan beban (u/b=0.5)                      | 83 |
| 5.5         | Geraf Nisbah s/b lawan % Pertambahan beban (u/b=0.75)                     | 84 |
| 5.6         | Geraf Nisbah s/b lawan % Pertambahan beban (u/b=0.25)                     | 86 |
| 5.7         | Geraf Nisbah s/b lawan % Pertambahan beban (u/b=0.5)                      | 87 |
| 5.8         | Geraf Nisbah s/b lawan % Pertambahan beban (u/b=0.75)                     | 88 |
| 5.9 (a & b) | Geraf Beban Galas lawan Nisbah s/b pada u/b tetap                         | 89 |
| 5.10        | Geraf beban galas melawan s/b pada nisbah u/b berbeza                     | 91 |
| 5.11        | Geraf peratus Peningkatan Beban lawan Nisbah s/b                          | 91 |
| 5.12        | Geraf beban galas muktamad melawan nisbah u/b dengan<br>s/b yang berbeza. | 94 |

## **SENARAI LAMPIRAN**

| <b>LAMPIRAN</b> | <b>TAJUK</b>  | <b>MUKA SURAT</b> |
|-----------------|---|-------------------|
| A1              | Data ujikaji ke atas model Tanah Liat Lembut                      | 107               |
|                 | Jadual 1 – Permukaan Tanah  | 107               |
|                 | Jadual 2 hingga 16 – Pola Segiempat                               | 108               |
|                 | Jadual 17 hingga 28 – Pola Selari                                 | 123               |
| A2              | Graf-graf beban melawan enapan ke atas<br>model tanah liat lembut | 135               |
| B1              | Carta Kalibrasi Peralatan (LVDT)                                  | 144               |



## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Dewasa ini industri pembinaan di Malaysia telah berkembang pesat. Pembangunan negara dari segi struktur dan infrastruktur telah meliputi segenap kawasan di Malaysia. Namun demikian tidak semua kawasan mempunyai profil tanah yang sesuai. Pembangunan infrastruktur adalah meliputi kawasan tanah lembut, kawasan tanah tinggi dan kawasan berpayau.

Kawasan tanah lembut terdiri daripada tanah liat. Tanah liat menjadi permasalahan utama kerana ianya menimbulkan masalah enapan ke atas struktur yang dibina di atasnya. Masalah enapan akan mengakibatkan keretakan, pesongan dan runtuh pada struktur dan infrastruktur. Sifat tanah liat yang menjadi punca kepada masalah enapan timbul dari keupayaan galas.

Justeru itu, bagi mengatasi masalah enapan yang akan menimbulkan kerosakan pada struktur dan infrastruktur, peningkatan keupayaan galas harus ditingkatkan agar stratum tanah dapat menyokong beban yang dikenakan. Oleh yang demikian di dalam masalah pembinaan asas di atas tanah lembut dapat diatasi dengan penggunaan berbagai kaedah dan teknik yang telah diperkenalkan oleh Terzaghi dan Peck 1948. Kaedah tersebut adalah analisis keupayaan galas lapisan terkukuh melapisi tanah lembut (kaedah

penyebaran beban) dan analisis ini telah diperkembangkan lagi oleh Jacobsen *et. al.* 1977.

Namun demikian, dalam kajian terhadap keupayaan galas bagi tanah liat lembut ini, gabungan Buluh dan Geotekstil akan digunakan sebagai tetulang. Keputusan dan rumusan yang akan diperolehi daripada kajian yang dibuat boleh membantu dan memudahkan para jurutera merangka dan menjangka bagi proses rekabentuk pembinaan asas di atas tanah lembut yang menggunakan buluh dan geotekstil sebagai tetulang lapisan kukuh.

## **1.2 Objektif Kajian**

Projek sarjana ini bertujuan untuk memperolehi keupayaan galas beban bagi lapisan tanah lembut yang diperkukuhkan dengan gabungan buluh dan geotekstil sebagai tetulang. Beberapa objektif telah dirangkakan iaitu :

1. Untuk mendapatkan ciri-ciri kejuruteraan bagi kaolin, gentian buluh dan geotekstil.
2. Untuk memodelkan tanah liat lembut dengan menggunakan Kaolin.
3. Untuk mendapatkan nilai keupayaan galas bagi tanah liat lembut bertetulang menggunakan gabungan buluh dan geotekstil.

## **1.3 Skop Kajian**

Kajian ini dijalankan untuk menganalisis penggunaan Buluh dan Geoekstil sebagai tetulang di dalam tanah liat lembut dimana kedua-dua bahan ini berfungsi sebagai penguat tanah. Ia dilakukan menggunakan model yang disediakan di dalam

makmal geoteknik UTM Sekudai. Model-model yang bersaiz (620mmx620mmx1000mm ) diperbuat daripada perspek plastik (25 mm tebal) dan besi sebagai pengukuhnya. Kajian ini juga menggunakan lapisan tanah lembut iaitu tanah liat jenis Koalinit dan lapisan pasir yang menjadi lapisan atasnya.

Secara amnya, dua proses ujikaji iaitu proses pengukuhan tanah dan proses ujian beban dilakukan. Buluh dan Geotekstil digunakan sebagai tetulang pengukuh/penguat tanah liat lembut dimana Buluh dan Geotekstil ini akan di letakkan dalam dua bentuk berbeza untuk mendapatkan nilai keupayaan galas.

#### **1.4 Kepentingan Kajian**

Kajian ini memainkan peranan penting dalam menentukan kesesuaian bahan yang digunakan untuk memperbaiki keupayaan galas tanah liat lembut . Secara teoritikal juga dapat menghubungkankaitkan teori-teori yang dikemukakan oleh Terzaghi (1943), Jacobsen (1977) dan Meyerhof dan Hanna (1980) dengan keputusan makmal serta membuat perbandingan. Di Malaysia terdapat pelbagai kaedah yang digunakan bagi menguatkan tanah liat lembut ini sebagai tapak sesuatu projek.

Analisis kajian ini diharapkan dapat menyumbangkan lebih banyak maklumat mengenai kebaikan penggunaan Buluh dan Geotekstil yang dijadikan sebagai tetulang penguat tanah liat lembut ini. Hasil daripada kajian ini juga mendedahkan sifat-sifat Geotekstil dan Buluh yang dapat menyakinkan lagi penggunaannya di dalam struktur kejuruteraan awam. Secara tidak langsung juga, kajian ini dapat membantu perkembangan teknologi penggunaan geotekstil dan buluh yang dapat meningkatkan kekuatan tanah liat lembut.

## **RUJUKAN**

- ASTM D 2049-69. "Standard Test Method for Relative Density of Cohesionless Soils."
- ASTM. C 702-87. "Standard Practice for Reducing Field Sample of Agregate to testing Size."
- Balasubramaniam, A.S. and Brenner, R.P.(1981). "Consolidation and Settlement of Soft Clay".Brand, E.W. and Brenner, R.F. " Soft Clay Engineering." New York : Elsevier Scientific Publishing Company. 481-566.
- Bell, F.G. (1981). " Engineering Properties of Soil and Rock" Butterworths, 1981.
- Bergado, D.T., Anderson, L.R., Miura,N. Balasubramaniam, S. (1996). " Soft Ground Improvement in Lowland and Other Enviroments" American Society of Civil Engineers.
- British Standard Institution (1990). " British Standard Methods of Test for Soils for civil Engineering Purpose, Part 2 : Classification Test." London :BS 1377.
- British Standard Institution (1990). " British Standard Methods of Test for Soils for civil Engineering Purpose, Part 5 : Compressibility, Permeability and Durability Test." London :BS 1377.
- Bowles,E.(1977). "Foundation Analysis and Design." Mc.Graw-Hill Book Company. Pp 294-298.
- Bowles,E. (1986). "Engineering Properties of Soil and Their Measurement." Mc Graw-Hill Book Company,pp 65-84.
- Brahma, S.P. (1985). "Foundation Engineering." Tata Mc. Graw Hill Publishing Company Ltd.
- BS 8004 (1986)."Methods of Test For Civil Engineering." British Standard Institute.
- Casagrande, A. (1947). "Classification and Identification of Soil." Proc. ASCE, vol 113, pp.901-991.

- Craig, R.F. (1993). "Mekanik Tanah." Terjemahan Soil Mechanics oleh Aminaton Marto, Fatimah Mohd Noor dan Fauziah Kasim, Edisi ke – 4, Unit Penerbitan Akademik, Universiti Teknologi Malaysia.
- Das, B.M., 1985, "*Advanced Soil Mechanics*", McGraw-Hill, Singapore, 511 p.
- Low, K. S., (1988). "Utilization of Bamboo for Engineering Purposes." Proceeding of the International Bamboo Workshop. Cochin, India, pp 301-306
- Das, B.M. (1984). "Principle of Foundation Engineering." Wansworth, Inc, Belmont, California 94002, pp 115-116.
- Hanna, A. and El-Rahman M.A. (1990). "Ultimate Bearing Capacity of Triangular Shell Strip Footing on Sand." Journal of Geotechnical Engineering, ASCE. Vol 116 no 12, pp. 1851-1862.
- Hanna, A.M dan Meyerhoff, G.G. (1980) "Design Chart for Ultimate Bearing Capacity Of Foundation on Sand overlaying Soft Clay." Canadian Geotechnical Journal, vol.17, pp 300-303.
- Head, K.H. (1992) "Manual of Soil Laboratory Testing volume 1" Pentech Press, London, pp 761-765.
- Head, K.H. (1992) "Manual of Soil Laboratory Testing volume 3" Pentech Press, London, pp 218-233.
- Huat, B.K, dan Yusoh, A (1991). "Pengenalan Mekanik Tanah." Dewan Bahasa dan Pustaka Kementerian Pendidikan Malaysia, pp 17-40.
- Hussein, A.N. (1997). "Compressibility Parameters of Peninsular Malaysia Soft Soil." Proceeding of the fourth Regional Conference in Geotechnical Engineering (Geitropika 97), Johor Bharu, pp 83-94.
- Jamaludin, A., dan Taha, M.R. (1990). "Some Consolidation Characteristics of Soft Muar Clay." Proceedings of National on Current Geotechnical Engineering ASCE Vol. 116 no 11, pp 1750-1755.
- Kenny, M.J. dan Andrawes, K.Z. (1997) "The Bearing Capacity of Footings on Sand Overlaying Soft Clay." Geotechnical Vol. 47 No. 2, pp. 339-345.
- Maher, M.H. and Ho, Y.C, (1993). "Behavior of Fiber- Reinforced Cemented Sand Under Static and Cyclic Loads." Geotechnical Testing Journal, GTJODJ. Vol.16 no 3, pp 330-338.
- Marto, A., and Khatib, A. (1999). "The Performance of Ribbed Raft Foundation Models in Clay Soil." Proceedings of the 5<sup>th</sup> Geotechnical Engineering Conference (Geotropica 99), Johor Bharu, pp 177-188.

- Milligan, G.W.E., Jewell, R.A., Houlsby, G.T. and Burd, H.J., 1989, "A New Approach to the Design of Unpaved Roads - Part I", *Ground Engineering*, Vol. 22, No. 8, pp. 25-29.
- Miki, H. (1996). "Application of geosynthetics to embankment on soft ground and reclamation using soft soil." Proceedings of the International symposium on earth reinforcement. Fukuoka/Kyushu/Japan, PP 919-942
- Oda, M. and Win, Soe. (1990). "Ultimate Bearing Capacity Test on Sand with Clay Layer." Journal of Geotechnical Engineering, ASCE. Vol 116 no 12, pp 1902 -1907.
- Terzaghi, K. (1943). "Theoretical Soil Mechanics." John Wiley and Sons, New York pp 510
- Terzaghi, K, Peck, R.B and Mesri, G. (1996). "Soil Mechanics In Engineering Practice – Third Edition." Wiley – Interscience Publication, John Wiley & Sons, INC., New York.
- Thammicha, S. (1989). "Bamboo." Proceedings A Workshop on Design and Manufacturing of Bamboo and Rattan Furniture Jakarta, Indonesia, pp 1-12.
- Vesic, A. (1963). "Bearing Capacity of Deep Foundation in Sand." Highway. Rec No.39, Nat, Academy of Sci., Nat. Res Consil. Washington, D.C, pp 112-153.
- Vesic (1973). "Analysis of Ultimate Load of Shallow Foundation." Journal of Soil Mechanics and Foundation Design JSMFD, ASCE, vol 99, SM 1, Jan, pp 45-73.
- Wesly, L.D. (1977). "Mekanik Tanah." Badan Penerbitan Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Zakaria, M.L., (1984). "Bahan dan Binaan." Dewan Bahasa dan Pustaka Kuala Lumpur.